

УДК 628. 394

**К ВОПРОСУ О САМООЧИЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ РЕЧНЫХ ВОД КАЗАХСТАНА**

Доктор геогр. наук С.М. Романова

Канд. геогр. наук Айс. Турсунова

*Приведен анализ литературных данных и материалы собственных исследований по самоочищению и самоочищающей способности речных вод Казахстана.*

Необходимость исследования процессов самоочищения вод от загрязняющих веществ, в том числе тяжелых металлов, фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), нефтепродуктов, обусловлена отрицательным влиянием последних на санитарный режим водоемов и водотоков, здоровье человека и животных, а также на протекание различных физико-химических, биохимических, гидрохимических и других процессов. Как правило, в этих процессах смещаются кинетические и термодинамические равновесия, приводящие к нежелательным явлениям.

Загрязняющие вещества попадают в водоемы и водотоки в основном со сточными водами промышленного и сельскохозяйственного производства, а также коммунального и бытового хозяйства. Реки являются не только естественными дренами для водного стока, но и вынужденными коллекторами всех сточных вод на своем водосборе. Если раньше в населенных пунктах при отсутствии или слабом развитии канализации большая часть хозяйственно-бытовых сточных вод очищалась естественным путем, фильтруясь через почву и породы, то в настоящее время, с ростом городов и развитием промышленного производства, включая предприятия среднего и малого бизнеса, сточным водам открыт беспрепятственный доступ в водные объекты через канализацию и сбросные каналы сельхозугодий. Особенно сильно загрязняются сравнительно небольшие, и средние реки, находящиеся в промышленных и густонаселенных районах. Хотя наиболее крупные предприятия по добыче и переработке минеральных и органических веществ имеют очистные сооружения, эффективность очистки, к сожалению, еще недостаточно высока. Ряд исследователей отмечают, что, как правило, с ростом промышленного производства, например, тяжелых металлов, растет и загрязненность естественных и искусственных водоемов и водотоков. Поэтому вопросы о способности рек и водоемов к

самоочищению и о допустимой нагрузке их сточными водами приобретают все возрастающее значение.

Направление и скорость процесса самоочищения зависит, прежде всего, от вида загрязнения (химические свойства, концентрация, природа загрязняющих веществ, их сочетание, взаимовлияние и взаимообусловленность и др.). Поэтому все процессы, приводящие к самоочищению вод от токсических и опасных веществ можно разделить на три типа [7]:

1) химическое взаимодействие между загрязняющими ионами и различными катионами природных вод: реакции гидролиза и образования труднорастворимых веществ, окислительно-восстановительные процессы, образование комплексных соединений. Обычно первые три группы процессов ведут к снижению подвижности, например, тяжелых металлов, последняя – к увеличению подвижности;

2) взаимодействие загрязняющих веществ со взвешенными в воде веществами и донными отложениями, почвами водосборных бассейнов (сорбционно-десорбционные процессы);

3) биохимические процессы.

Считается убедительно доказанным фактом, что живые организмы могут накапливать значительные количества различных элементов. Так, в некоторых морских растениях и животных концентрация тяжелых металлов (например, Ni, Co, Cu, Zn, Cr, Mn) превышает содержание их в воде в сотни, тысячи, а иногда в десятки тысяч раз [9]. К.Б. Краускопф предположил, что биохимическое взаимодействие может играть решающую роль в концентрировании и сохранении в живых организмах отдельных тяжелых металлов [10].

На основании многолетних экспериментальных работ по исследованию поглощающей способности природных и химически чистых веществ, а также по влиянию сорбции на самоочищающую способность водных масс водоемов аридных зон, нами установлена весьма существенная роль именно этого фактора [6]. Данные, полученные Г.А. Соломиным и Т.О. Гончаровой, также свидетельствуют о том, что содержание ионов тяжелых металлов в водах, где присутствуют значительные количества железа и алюминия, уменьшается за счет адсорбции гидроксидами последних и в большей степени зависит от значений величины pH [7].

В природные водные объекты со сточными водами поступают загрязняющие вещества консервативного (например, хлориды, сульфаты) и неконсервативного (например, ряд органических веществ) характера. Как

правило, самоочищение водных объектов от консервативных веществ происходит только за счет разбавления сточной жидкости природной водой, а неконсервативных – как разбавлением, так и процессами превращения веществ (химические, биологические, физико-химические, физические и др.), протекающими в реках, озерах, водохранилищах, прудах, морях.

Для расчета и оценки самоочищающей способности или степени самоочищения ( $CC$ ) водных объектов или их участков от специфических загрязняющих веществ (нефтепродукты, фенолы, СПАВ, органические вещества по окисляемости или БПК и др.) можно использовать приведенную ниже формулу [8].

Степень самоочищения, выражается в процентах убыли концентрации загрязняющего вещества относительно его первоначального значения:

$$CC = \frac{C_n - C_k}{C_n} \cdot 100\%, \text{ где } C_n \text{ и } C_k - \text{концентрация загрязняющих}$$

веществ, в начальном и конечном створе соответственно, мг/дм<sup>3</sup>.

В настоящее время качественное состояние вод и водных объектов оценивается по 4-м категориям: *чистые* – реки горной части бассейна, вне зоны антропогенного загрязнения, с качеством, близким к природному; *незначительно загрязненные* – реки или их участки, умеренно загрязненные поверхностным стоком с территории мелких населенных пунктов, расположенных на выходе рек из гор; *загрязненные* – реки или их участки, в значительной степени загрязненные стоком поселков и орошаемых земель; *сильно загрязненные* – реки или их участки, утратившие способность к самоочищению и не пригодные для всех видов водопользования [2].

**Балкаш-Алакольский бассейн.** В воде водотоков южного побережья оз. Алаколь превышения ПДК выявлены по сульфатам, нефтепродуктам, меди, марганцу и фенолам. Наиболее загрязнены реки Коржынколь и Тентек (сбросной коллектор). В воде водотоков северного побережья превышения ПДК выявлены по БПК<sub>5</sub>, сульфатам, нефтепродуктам, меди, марганцу и фенолам, в единичных случаях превышают кадмий и свинец (р. Урджар, дельта). Наиболее загрязнены дельты рек Урджар и Катынсу. К «чистым» водотокам отнесена протока Егинсу.

В воде основных водоемов превышения ПДК выявлены по сульфатам, фторидам, СПАВ, нефтепродуктам, меди, марганцу и фенолам. Состояние озер оценивается как «умеренно загрязненное» [4, 5].

Таким образом, приведенные данные по качеству воды показывают, что гидрохимический режим рек Алакольского гидрографического

бассейна не отвечает требованиям санитарной чистоты для рыбного хозяйства, рекреации. К основным загрязнителям воды кроме промышленных, горнодобывающих и перерабатывающих предприятий относятся городская застройка, животноводческие фермы, сельскохозяйственные поля орошения, различного рода отстойники, хранилища твердых, жидких отходов и нефтепродуктов. Около 50 % населения используют питьевую воду, не отвечающую нормативам по минерализации и жесткости. Прогрессирующее загрязнение подземных вод быстро приводит к потере питьевого значения месторождений.

Расчет самоочищающей способности р. Или производился между створами пристань Дубунь и 164 км выше ГЭС. Первый пункт – это начальный, а второй – конечный створ, соответственно. Установлено, что во многих случаях концентрация загрязняющего вещества в нижнем створе превышает ее начальное содержание и, соответственно, самоочищающая способность на этих участках со знаком «минус», а значения  $CC$  для таких компонентов, как кальций, магний, азот аммонийный, сульфаты, хлориды, фториды, СПАВ изменяются от 1,5 до 789 %. Самоочищение водных масс происходит в меньшей степени от хрома (1,1 %) и азота нитратного (4,6 %). Самоочищение от фосфатов, меди, цинка, нефтепродуктов, свинца, БПК<sub>5</sub> происходит на 15,4...78,5 %, а от соединений ртути на 100 %.

Превышение ПДК наблюдается по следующим элементам: азот нитритный 3,3; железо общее 15,1; медь 10,6; кадмий 3,9; нефтепродукты 1,4. Это связано, по-видимому, с тем, что помимо переносимого со стоком воды с верхнего створа происходит дополнительное поступление загрязняющих веществ на расчетный участок и свидетельствует о загрязнении, а не о самоочищении воды. Такая ситуация выявлена для весеннего периода в момент половодья, когда интенсивно происходит перемешивание водных масс, взмучивание донных отложений и перенос веществ вместе со стоком на нижележащие участки.

По *Шу-Таласскому бассейну* выявлены количественные и качественные характеристики загрязнения поверхностных вод. Основными загрязняющими веществами являются органические соединения, в том числе нефтепродукты. По показателю качества вод как р. Шу, так и в целом Шу-Таласская ПХС относится к 3 классу, т.е. «умеренно-загрязненная». Наблюдения за химическим составом воды р. Шу в целом по бассейну в пределах Жамбылской области показывают, что индекс загрязнения воды увеличился с 1,25 в 2002 году до 1,96 в 2004 году.

Ежегодные наблюдения за качеством вод, поступающих с территории Республики Кыргызстан, выявили высокий уровень превышения фоновых показателей, так как сточные воды (промышленные и бытовые) промышленного региона Кыргызстана отводятся в р. Шу или ее притоки. Превышение ПДК, фоновых показателей и санитарных норм отмечается во всех точках отбора проб по нитритам, сульфатам, азоту аммонийному и БПК<sub>5</sub> (биологический показатель кислорода).

По р. Шу наблюдается превышение концентраций загрязняющих веществ по меди в 3, фенолам в 7 раз. Воды р. Шу относятся к высокому уровню загрязненности.

По р. Талас установлены превышения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ по фенолам также в 7 раз. Воды рек Талас и Асы относятся к высокому уровню загрязненности.

Расчет самоочищающей способности р. Шу проводился между участками в пунктах с. Благовещенское, 0,5 км ниже села и 2 створ с. Уланбель, 0,3 км ниже села. Во многих случаях концентрация загрязняющих веществ в нижнем створе превышает начальную концентрацию и, соответственно, самоочищающая способность на этих участках становится со знаком «минус», а значения *СС* таких компонентов, как кальций, магний, азот нитритный, сульфаты, хлориды, железо общее изменяются в пределах – 42,9...767,4 %.

Самоочищение водных масс наблюдается по следующим элементам: значение *СС* по взвешенным веществам составляет 23,7 %, СПАВ – 28,3 %, нефтепродуктам – 46,4 %.

Превышение ПДК выявлено по следующим элементам: нефтепродукты – 1,1; магний – 1,5; азот нитритный – 3,4; железо (2+) – 12,0.

В Южно-Казахстанской области на учете состоят свыше 15 тысяч водопользователей. Основными загрязнителями поверхностных и подземных вод являются предприятия цветной металлургии, нефтехимической, химической, легкой и пищевой промышленности. Наблюдающееся увеличение концентрации таких металлов, как титан, хром, никель и свинец указывает на их антропогенное происхождение.

Максимальные концентрации растворимых форм тяжелых металлов в воде *р. Сырдарья* связаны со сбросом промышленных и хозяйственно-бытовых стоков городов и населенных пунктов. Такие металлы, как титан, хром, марганец, цинк распределены по длине реки крайне неравномерно, что указывает на их участие в различных процессах системы «во-

да-донные отложения-биота». Для указанных ТМ проявляется отчетливая тенденция к увеличению концентрации вниз по течению реки.

Расчет самоочищающей способности р. Сырдарьи проводился между участками в пунктах: 1 створ – г. Яны-курган, 2 створ г. Казалы. Результаты расчетов показали следующее: концентрация загрязняющих веществ в нижнем створе превышает начальную концентрацию и, соответственно, самоочищения на этих участках не происходит, т.е. со знаком «минус». Значения  $CC$  для таких компонентов, как магний, хлориды, сульфаты, азот нитратный, БПК<sub>5</sub> изменяются в пределах от – 6,8 до – 220 %, причем больше всего вода не может справиться с самоочищением от нефтепродуктов.

Самоочищение воды наблюдается по следующим компонентам: кальцию 0,4%, азоту нитритному 9,1 и азоту аммонийному 15,6 %. Если условно принять, на сколько самоочищение воды р. Сырдарья меньше или больше загрязнения по вышеприведенным данным, то оказывается, что в среднем показатель процесса самоочищения составляет 8,4 %, а загрязнения – 78,2%.

М.Ж. Бурлибаев с соавторами, рассматривая экологические аспекты взаимосвязи загрязнения поверхностного стока и здоровья населения в бассейне р. Сырдарьи, приводит качественную характеристику воды реки за 2004, 2005 гг. [1]. На основе этих данных нами рассчитаны показатели  $CC$  реки на территории Кызылординской области от п. Жанакорган до г. Казалы. Выявлено, что вода реки испытывала интенсивную антропогенную нагрузку, особенно в 2005 г. Больше всего водные массы загрязняются и не могут справиться с самоочищением от азота нитритного (-166,7 %) и нитратного (-154,5 %) в 2004 г., а от соединений меди (-300,0 %) и нефтепродуктов (-137,2 %) в 2005 г. Из 15 показателей качества 12 дают отрицательное значение (-2,7...-300,0 %). Следует отметить, что показатели, характеризующие загрязнение воды, имеют большее значение, чем показатели, характеризующие процессы самоочищения (1,0...41,2 %). Более того, в целом на данном участке реки процессы загрязнения преобладают над процессами самоочищения на 23,6...48,2 %.

В отдельных публикациях смело называют р. Сырдарью сточной канавой, содержащей в своем составе тяжелые металлы, радиоактивные элементы, пестициды и гербициды, углеводороды, фенолы и прочие инородные вещества, оказывающие весьма негативное воздействие на все элементы экосистемы, включая человека [1]. В связи с этим необходимо продолжать мониторинг данного региона и качественно контролировать

все ингредиенты химического состава воды. Мы поддерживаем данное высказывание и подкрепляем это расчетами по самоочищающей способности р. Сырдарьи.

Поверхностные воды Южного Казахстана относятся к категории чистых, 2 класс: Богень и Талас; к категории загрязненных, 4 класс: оз. Балхаш, Улькен Алматы, Келес; остальные реки относятся к категории умеренно загрязненных, 3 класс.

В результате токсикологических исследований показано, что основным загрязнителем из тяжелых металлов является медь, содержание остальных токсикантов не превышает или незначительно больше предельно допустимых норм.

Анализ материалов по качеству воды р. Урал, показывает, что основное загрязнение водных масс вносит промышленный сектор экономики. В р. Урал большая часть массы загрязняющих веществ поступает с поверхностным стоком малых рек Оренбургской области, а так же в пределах Актюбинской области через сбросы в р. Елек. Характерными загрязнителями р. Елек являются бор с кратностью превышения в 21,8 ПДК, хром шестивалентный 14,0 ПДК, фенолы – 4,0 ПДК, и азот нитритный – 1,4 ПДК. Качество воды в реке отнесено к 5 классу – грязная. Значительному загрязнению подвергаются и малые реки. Так, р. Чаган загрязнена азотом нитритным – 3,9 ПДК, фенолами – 2,0 ПДК, сульфатами – 1,3 ПДК, БПК<sub>5</sub> превышает ПДК в 1,8 раза. Вода в реке отнесена к 3 классу – умеренно загрязненная.

Р. Урал, обладая достаточной самоочищающей способностью (по 9 компонентам из 15 определяемых), так же подвержена антропогенному загрязнению. Хотя по качеству воды она отнесена ко 2 классу – чистая, в ней в 2,4...3,8 раза превышает ПДК азот нитритный и в 2,0 раза ПДК фенолов.

Расчет самоочищающей способности р. Урал проводился между участками в пунктах в черте села Калмыково, в створе водпоста и г. Атырау, 3,6 км ниже города, 0,5 км ниже сброса РКК.

Результаты расчетов показали, что здесь также концентрация загрязняющих веществ в нижнем створе превышает концентрацию в верхнем створе реки. В связи с этим самоочищающая способность на этих участках не происходит. Значения *СС* для таких компонентов, как хром (+6), азот нитратный, азот нитритный, железо общее, фосфаты, фториды изменяются в пределах от – 4,5 до – 440 %, причем больше всего по нитритам.

Самоочищение водных масс наблюдается по следующим компонентам: меньше всего по магнию (0,7 %), по хлоридам, сульфатам, кальцию, БПК<sub>5</sub>, нефтепродуктам, меди, цинку, нефтепродуктам показатель *СС* изменяется от 7,1 для БПК<sub>5</sub> до 100 % для азота аммонийного.

Значительная экологическая проблема бассейна возникает в связи с интенсивным освоением месторождений прикаспийского нефтегазового региона, находящегося в охранной зоне Каспийского моря.

Самыми загрязненными из обследованных вод являются реки Восточно - Казахстанской области. По убывающей загрязненности реки располагаются в ряд: Брекса (чрезвычайно грязная, 7 класс, ИЗВ = 28); в остальные годы – грязная и очень грязная); Красноярка, Глубочанка – от грязной до чрезвычайно грязной, 5 – 7 классы; остальные реки (Иртыш, Бухтарма, Уба, водохранилища Усть-Каменогорское, Бухтарминское – умеренно загрязненная и загрязненная, 2 – 3 классы); вода оз. Маркаколь относится к категории чистых вод (ИЗВ до 1,0).

Расчет самоочищающей способности *р. Иртыш* производился между участками реки в с. Буран, в черте с. Буран (0,3 км выше речной пристани) и с. Предгорное. Соответственно, первый пункт брали за начальный, а второй – за конечный створы. Выявлено, что во многих случаях концентрация загрязняющих веществ в нижнем створе превышает начальную концентрацию и, соответственно, самоочищающая способность на этих участках со знаком «минус», а значения показателя *СС* для таких компонентов, как кальций, магний, азот аммонийный, азот нитритный, сульфаты, хлориды, медь, цинк, железо, БПК<sub>5</sub> изменяются в пределах от - 16 до - 273,8 %. Превышение ПДК наблюдается по следующим элементам: медь в 3,2; нефтепродукты – в 3,0 раза. Самоочищение ни по одному из исследованных 20 элементов не отмечается.

Поверхностные воды Центрального и Северного Казахстана относятся к категории чистых, 2 класс: Тобол, Тогызак, Ишим, Сергеевское и Вячеславское водохранилища, озера Чебачье, Бурабай, Щучье; к категории умеренно загрязненных, 3 класс: Убаган, Ак-булак, Сарыбулак, Жабай, Нура, оз. Копа; к категории загрязненных, 4 класс: р. Кенгир и р. Шерубайнура, Кенгирское водохранилище; к категории грязных 5 класс: Карагенир.

Расчет самоочищающей способности *р. Ишим* (канал Нура – Ишим) производился между створами п. Тельмана и п. Кирова. Результаты расчетов показали следующее: самоочищение отмечается лишь по трем из 17 компонентов: БПК<sub>5</sub> -0,9 %, хром 12,6 % и цинку 13,4 %. Во многих случаях концентрации загрязняющих веществ в нижнем створе превышают

содержание в верхнем створе. При этом естественно, что самоочищающая способность на этих участках со знаком «минус». Значения показателя *СС* для таких компонентов химического состава, как кальций составляют - 25,6 %; магний -41,5 %; азот аммонийный - 39,5 %; азот нитритный - 400 %; азот нитратный -160 %; сульфаты -56,6 %; фосфаты -100 %; хлориды -61,7 %; железо(3<sup>+</sup>) -50,0 %; токсические и опасные вещества: хром (6<sup>+</sup>) -46,1 %, фториды -26,6 %; медь -46,2 %; ртуть -160 %; фенолы -76,5 %. Превышение ПДК наблюдается по следующим компонентам: магний – 1,1; ртуть – 1,3; нефтепродукты – 1,4; медь – 1,9; сульфаты – 2,4; фенолы – 3,0; железо (2<sup>+</sup>) – 26,0. Таким образом, происходит загрязнение воды. Это связано с дополнительным поступлением загрязняющих веществ на расчетном участке, т.к. канал Нура – Ишим проходит по территории г. Астаны и близлежащим населенным пунктам.

Существенное влияние на загрязнение воды рек оказывают города Астана, Атбасар, с. Балкашино и др. Отсутствие ливневой канализации способствует попаданию ливневых вод с территории населенных мест в открытые водоемы, а ливневые воды по своему химическому и бактериологическому составу приравниваются к фекально-хозяйственным водам. В них содержится и патогенная микрофлора, и яйца гельминтов. Так, в 1 л сточных вод г. Астаны содержится от 5 до 15 яиц различных гельминтов.

Основными источниками загрязнения *р. Нуры* являются сточные воды предприятий Караганда-Темиртауского промышленного района. Уже на фоновых постах (с. Сергиопольское, п. Токаревка) река загрязнена. С водами притока Кокпекты, русло которого протекает по сельскохозяйственным районам и северной промзоне г. Караганды, поступают органические и взвешенные вещества, ионы аммония, нитриты и нитраты, нефтепродукты, особенно в паводковый период. В Самаркандское водохранилище поступает со сточными водами Карметкомбината ОАО «Испат-Кармет», завода ТХМЗ АО «Алаш», ГРЭС-1 АО «КазРоссЭнерго» ряд загрязняющих веществ: взвешенные вещества, нефтепродукты, фенолы, ионы аммония, нитриты, органические соединения, цинк, медь, ртуть, свинец.

Оценка самоочищающей способности *р. Нуры* произведена в нижнем её течении (ниже гидрологического створа *р. Нура* – с. Романовка) в районе с. Романовка и под мостом автомобильной дороги внутри поселка Коргалжын. Результаты расчетов показали следующее: концентрации загрязняющего вещества в нижнем створе превышает начальную концентрацию и соответственно самоочищающая способность на этих участках

со знаком «минус» и значения таких элементов как азот аммонийный - 54,9 %; азот нитритный -59,4 %; железо общее -300 %; ртуть -113 %; марганец-178 %; нефтепродукты -14,3 % [3].

Особо отметим самоочищающую способность р. Нуры от соединений ртути за 2007...2008 гг. Расчеты показали, что в местах 1...5,7 км ниже сброса СВ АО «Арселор Миттал Темиртау», ХМЗ ТОО «ТЭМК» показатель *СС* достигает 40400 % со знаком «минус», составляя в среднем за год -1590; -13575 %, соответственно. По течению реки самоочищающая способность остается со знаком минус, в среднем показатель *СС* равен -160 %; - 375%, соответственно, т.е. река не справляется с самоочищением от ртути. Вызывает удивление и сомнение факт резкого изменения самоочищающей способности реки в 2008 г. Так, если в 1 квартале *СС* была оценена в -1100 %, во 2 квартале -500 %, то в 3 квартале уже +100 %, а в 4 квартале 0 %. Выходит, что указанным предприятиям удалось очистить сточные воды до норм ПДК к концу 2008 г. В Информационном бюллетене Казгидромета за 1 квартал 2009 г. уже, к сожалению, нет сведений по содержанию ртути в воде р. Нура.

Таким образом, в воде большинства рек Казахстана концентрация загрязняющих веществ в нижнем створе превышает начальную концентрацию и, соответственно, самоочищающая способность на этих участках со знаком «минус», а значения показателя *СС* для таких элементов как кальций, магний, азот нитритный, сульфаты, хлориды, железо общее, БПК<sub>5</sub>, СПАВ, нефтепродукты изменяется в пределах от -5 до -1570 % . По течению всех рек происходит повсеместное антропогенное загрязнение вод.

Выявлено, что нет ни одной реки, которая бы самоочистилась от всех загрязняющих веществ и нет ни одного токсиканта, от которого бы очистились все реки. С некоторой условностью можно принять, что речные воды лучше очищаются от БПК<sub>5</sub>, аммонийных и взвешенных солей в различные сезоны года с неодинаковой скоростью. Положительное значение показателя *СС* для всех рек гораздо меньше, 0...100,0 %, т.е. самоочищение имеется, но оно протекает слабее, чем загрязнение.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж., Бурлибаева Д.М. и др. Об экологическом аспекте взаимосвязи загрязнения поверхностного стока и здоровья населения в бассейне р. Сырдарья. – В кн. Географические проблемы устойчивого развития: теория и практика. – Алматы, 2008. – С. 354-370.

2. Владимиров А.М., Лехин Ю.И. и др. Охрана окружающей среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 159-265.
3. Джундибаев А.Е., Куншыгар Д.Ж. Оценка самоочищающей способности р. Нуры в ее нижнем течении (ниже гидропоста р. Нура с. Романовка) при различных вариантах водоподачи. // Географические проблемы устойчивого развития: Теория и практика / Материалы междунар. конф., посв. 70-летию ИГ АО ЦНЗМО РК, 27-29 августа 2008 г. – Алматы, 2008. – С. 243-250.
4. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий по территории КазССР. Алматы, 1986...2002 гг.
5. Информационный экологический бюллетень. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды РК. Алматы, 2000...2004 гг., 2007...2008 гг., 1 кв. 2009 г.
6. Романова С.М. Бессточные водоемы Казахстана. Том 1. Гидрохимический режим. – Алматы: Казак.университеті, 2008. – 250 с.
7. Соломин Г.А., Гончарова Т.О. Роль гидроокисей в самоочищении природных вод от ионов тяжелых металлов // Гидрохимические материалы. Том 46. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – С. 143-149.
8. Справочник по гидрохимии / Под ред. А.М.Никанорова. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 391 с.
9. Black W.A.P., Mitchell R.L. Tracce elements in the common brown algae and in sea water. J. Marine Biol. Assoc., v.30, pp.574-584, 1982
10. Krauskopf K.B. Factors controlling the concentrations of thirteen rare metals in sea water. Geochim. Et Cosmochim. Acta, v.9, N 1/2, 1986

Казакский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы  
 Институт географии, г. Алматы

**ҚАЗАҚСТАН ӨЗЕН СУЛАРЫНЫҢ ӨЗДІГІНЕН ТА ЗАРУ  
 МҮМКІНДІГІ ЖӨНІНДЕ**

Геогр. ғылымд. докторы      С.М. Романова  
 Геогр. ғылымд. канд.        Айс. Тұрсынова

*Қазақстанның ағынды суларының және су қоймаларының суларының өздігінен тазаруы және тазару қабілеттілігі туралы авторлар әдеби шолу жұмыстарын жасаған және бірнеше жылғы жүйелі зерттеулер нәтижелері берілген.*